

1-1-2019

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT

พิริยา สร้อยแก้ว

Follow this and additional works at: <https://digital.car.chula.ac.th/educujournal>



Part of the [Education Commons](#)

Recommended Citation

สร้อยแก้ว, พิริยา (2019) "ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT," *Journal of Education Studies*: Vol. 47: Iss. 0, Article 15.

Available at: <https://digital.car.chula.ac.th/educujournal/vol47/iss0/15>

This Article is brought to you for free and open access by Chula Digital Collections. It has been accepted for inclusion in Journal of Education Studies by an authorized editor of Chula Digital Collections. For more information, please contact ChulaDC@car.chula.ac.th.



ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5
ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT

Academic Achievement and Learning Retention of Fifth Grade Students
Taught Through the 4 MAT Teaching Approach

พิริยา สร้อยแก้ว¹ อริยา คูหา² และ มัธติ แวดราแม่³

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ระหว่างหลังเรียนและก่อนเรียน 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติและการเรียนรู้แบบ 4 MAT และ 3) ความคงทนในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบปกติและการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ของโรงเรียนเทศบาล 4 กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม เครื่องมือที่ใช้ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีค่าความเชื่อมั่น .82 ค่าความยากง่ายอยู่ในช่วงระหว่าง .20-.80 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วงระหว่าง 0.20-0.70

ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน นักเรียนชั้นที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นแตกต่างกับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติและความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT มีความคงทนในการเรียนรู้สูงขึ้นแตกต่างกับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT / ความคงทนในการเรียน

Article Info: Received 20 March, 2018; Received in revised form 29 January 2019; Accepted 30 April, 2019

¹ นักศึกษามหาบัณฑิตสาขาวิชาจิตวิทยา ภาควิชาจิตวิทยาและการแนะแนว คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี อีเมล: preaw-pope@hotmail.co.th

² หัวหน้าภาควิชาจิตวิทยาและการแนะแนว คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี อีเมล: aniyakuhaa@gmail.com

³ ภาควิชาวิจัยและประเมินผลทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี อีเมล: mahdee.w@psu.ac.th

หมายเหตุ: งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนอุดหนุนวิจัย เพื่อวิทยานิพนธ์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

Abstract

This research aimed to study 1) the effects of the 4 MAT teaching approach on fifth grade students on mathematics achievement as compared before, between and after teaching; 2) mathematics achievement of the fifth grade students who were taught through the 4 MAT teaching approach as compared with the conventional method; 3) learning retention of the fifth grade students who were taught through the 4 MAT approach and the conventional method. The design of the study used the pretest – posttest control group design. The sample of the study were the students of Tassaban 4 School and they were assigned to either an experimental or a control group. The instruments used were the 4 MAT teaching approach and the conventional method, and a mathematics achievement test with a reliability of .82 which had the difficulty levels of .20 - .80 and discrimination levels of .20 – .70.

The results indicated that mathematics achievement of the fifth grade students after being taught through the 4 MAT teaching approach improved higher than those before teaching. The mathematics achievement of the fifth grade students who were taught through the 4 MAT approach gained higher scores than those under the conventional method. Finally, the learning retention of the fifth grade students who were taught through the 4 MAT approach gained higher scores than those who were taught through the conventional method at a significant level of .05.

KEYWORDS: 4 MAT TEACHING APPROACH / LEARNING RETENTION

บทนำ

คณิตศาสตร์มีบทบาทยิ่งต่อการพัฒนาศักยภาพและความคิดมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบ ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน แก้ปัญหาและนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม นอกจากนี้คณิตศาสตร์ก็ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต ช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้นและสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2551) ทั้งนี้หลักการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ควรคำนึงถึง

เรียนเป็นสิ่งสำคัญ การจัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมควรสอดคล้องกับวุฒิภาวะ ความสนใจและความถนัดของผู้เรียน การเรียนรู้ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ได้ฝึกปฏิบัติและแก้ปัญหา ผสมผสานระหว่างสาระทั้งทางด้านความรู้ ด้านทักษะกระบวนการและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่ต้งามถูกต้องและเหมาะสมให้แก่ผู้เรียน และมีการจัดการเรียนรู้ที่ยึดผู้เรียนเป็นสิ่งสำคัญ นอกจากนี้ผู้สอนควรคำนึงถึงความสนใจ ความถนัดและความแตกต่างของผู้เรียน โดยการจัดการเรียนการสอนจึงควรจัดให้มีความหลากหลายเพื่อให้ผู้เรียนสามารถเลือกเรียนได้ตามความสนใจการจัดการเรียนรู้มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อประสิทธิภาพของผู้เรียนรอบด้าน ซึ่งประสิทธิภาพความรู้ความเข้าใจของผู้เรียนสะท้อนผ่านการวัดการประเมินผลทางการศึกษาในหลากหลายวิธีการ หนึ่งในวิธีการดังกล่าว คือ การประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหรือการทดสอบในระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ซึ่งคะแนนผลสัมฤทธิ์เหล่านี้เป็นตัวบ่งชี้คุณภาพการจัดการศึกษาของสถานศึกษาแต่ละแห่ง และยังครอบคลุมถึงคุณภาพครูผู้สอน ผู้เรียน และปัจจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยสะท้อนผ่านคะแนนผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ดังแสดงในตาราง

ตาราง 1 คะแนนการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2554-2558

รายวิชา	ปีการศึกษา				
	2554	2555	2556	2557	2558
ภาษาไทย	50.04	45.68	45.02	44.88.	52.98
สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม	52.22	44.22	38.31	50.67	46.68
ภาษาอังกฤษ	38.37	36.99	33.82	36.02	34.59
คณิตศาสตร์	52.40	35.77	41.95	38.06	40.47
วิทยาศาสตร์	40.82	37.46	37.40	42.13	41.22

ที่มา : สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (2554-2558)

ข้อมูลคะแนนผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2554-2558 แสดงให้เห็นว่า คะแนนเฉลี่ยในรายวิชาคณิตศาสตร์มีการเพิ่มขึ้นและลดลงระหว่างปีอย่างชัดเจน สะท้อนถึงการพัฒนาด้านการจัดการเรียนรู้ที่ไม่ได้เป็นไปในทิศทางเดียวกันอย่างเป็นเอกภาพ ไม่เสมอต้นเสมอปลายและส่งผลให้ผู้เรียนขาด

ความคงทนในการเรียนรู้ ทั้งนี้เพราะการเรียนรู้เป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องที่สร้างสมนำความรู้ ตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 โดยเฉพาะอย่างยิ่งความคงทนในการเรียนรู้ที่เป็นความสามารถ ในการเชื่อมโยงประสบการณ์และสาระเรียนรู้จากบทเรียนในแต่ละเรื่องเข้าด้วยกันเพื่อให้ สามารถนำมาใช้ในเวลาที่จำเป็นได้ต่อไป ผู้วิจัยจึงสนใจพัฒนาผู้เรียนในกลุ่มสาระ การเรียนรู้คณิตศาสตร์ อันเป็นสาระการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ไปปรับใช้ ในการดำเนินชีวิตประจำวันตลอดจนการเป็นพลเมืองที่ดีของประเทศชาติและสังคมโลก (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2551) เหตุนี้จึงสนใจเลือกศึกษาประชากร ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เพื่อดูว่าหากใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT สามารถพัฒนา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาคณิตศาสตร์และมีความคงทนในการเรียนรู้ในระดับประถมศึกษา ปีที่ 6 หรือไม่เพียงใด และมีค่าเฉลี่ยในการสอบวัดความรู้ระดับประเทศ O-NET เพิ่มสูงขึ้น อย่างไร

ความคงทนในการเรียนรู้เป็นความสามารถของสมองที่จะเก็บสิ่งที่เรียนรู้ไว้ได้เป็นเวลานานให้สามารถดึงออกมาใช้หรือระลึกได้ในสถานการณ์ที่จำเป็นภายหลังจากช่วงระยะเวลาหนึ่ง โดยไม่แสดงอาการหรือกระทำออกมาในช่วงเวลาที่ทิ้งไว้ เป็นการคงไว้ซึ่งผลการเรียนรู้ หรือความสามารถที่จะระลึกได้ต่อสิ่งเร้าที่เคยเรียนรู้ ซึ่งมีผลให้เกิดคุณภาพการเรียนรู้ทั้งใน ระยะสั้นและระยะยาว เพื่อเป็นการวัดสิ่งที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ไปว่าผู้เรียนสามารถระลึกได้หรือ สามารถดึงความรู้นั้น ๆ ออกมาใช้ได้หรือไม่หากเว้นช่วงระยะเวลาไว้

การจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT เป็นกระบวนการเรียนการสอนที่คำนึงถึงความแตกต่าง ของนักเรียน 4 แบบ เพื่อให้นักเรียน คือ ผู้เรียนแบบที่ 1 (Why) ที่มีการเรียนรู้จากประสบการณ์ เป็นรูปธรรม ผู้เรียนแบบที่ 2 (What) ที่มีการเรียนรู้โดยการคิดวิเคราะห์ และเก็บรายละเอียด เป็นหลัก ผู้เรียนแบบที่ 3 (How) ที่มีการเรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติทดลองทำ และผู้เรียน แบบที่ 4 (If) ที่มีการเรียนรู้จากการค้นพบด้วยตนเอง โดยอันเป็นแนวคิดของ McCarthy (1997) ซึ่งมี 8 ขั้นตอน กล่าวคือ ขั้นที่ 1. ขั้นการบูรณาการประสบการณ์ด้วยตนเอง (Why) ประกอบด้วย 2 ขั้นย่อยได้แก่ 1) สร้างประสบการณ์ (สมองซีกขวา) ครูสร้างประสบการณ์ด้วยการกระตุ้นหรือสร้างแรงจูงใจ ให้ผู้เรียนเชื่อมโยงประสบการณ์เป็นของตนเอง 2) วิเคราะห์ ประสบการณ์ (สมองซีกซ้าย) ครูให้ผู้เรียนสะท้อนความคิดจากประสบการณ์และตรวจสอบ

ประสบการณ์ ขั้นที่ 2 การพัฒนาความคิดรวบยอด (What) ประกอบด้วย 2 ขั้นย่อย ได้แก่ 1) บูรณาการการสังเกตไปสู่ความคิดรวบยอด (สมองซีกขวา) ครูให้ข้อมูลข้อเท็จจริง และจัดกิจกรรมไปสู่ความคิดรวบยอด ผู้เรียนได้บูรณาการประสบการณ์และความรู้ไปสู่ความคิดรวบยอด 2) พัฒนาความคิดรวบยอด (สมองซีกซ้าย) ครูให้ผู้เรียนได้รับข้อมูลหรือข้อเท็จจริงตามทฤษฎีหรือความคิดรวบยอด ให้ผู้เรียนวิเคราะห์และไตร่ตรองประสบการณ์ ขั้นที่ 3 การปฏิบัติและปรับแต่งเป็นแนวคิดของตนเอง (How) ขั้นที่ 4 ปฏิบัติและปรับแต่งเป็นแนวคิดของตนเอง (สมองซีกซ้าย) ผู้เรียนลองปฏิบัติโดยผ่านประสาทสัมผัสเพื่อพัฒนาแนวคิดและทักษะ ขั้นที่ 5 ปรับแต่งเป็นแนวคิดของตนเอง (สมองซีกขวา) ผู้เรียนปรับปรุงสิ่งที่ปฏิบัติด้วยวิธีการของตนเองและบูรณาการเป็นองค์ความรู้ของตนเอง ขั้นที่ 6 การบูรณาการและการประยุกต์ประสบการณ์ (If) ขั้นที่ 7 วิเคราะห์เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ (สมองซีกซ้าย) ผู้เรียนวิเคราะห์แล้ววางแผนเพื่อประยุกต์หรือดัดแปลงสิ่งที่เรียนรู้ไปใช้ประโยชน์ต่อตนเองและผู้อื่น ขั้นที่ 8 แลกเปลี่ยนความรู้ของตนกับผู้อื่น (สมองซีกขวา) ผู้เรียนแลกเปลี่ยนสิ่งที่ได้เรียนรู้กับผู้อื่น และได้จัดแบ่งช่วงเวลาการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับรูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียนในแต่ละเรื่อง ยึดหลักการจัดประสบการณ์ที่หลากหลาย ยืดหยุ่นและเชื่อมโยงกันอย่างต่อเนื่อง เพื่อพัฒนาส่งเสริมผู้เรียนทั้ง 4 แบบ เพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสได้เรียนรู้อย่างเท่าเทียมกัน ซึ่งลักษณะการเรียนรู้ที่มีความสัมพันธ์โดยตรงกับโครงสร้างทางสมองและระบบการทำงานของสมองทั้งซีกซ้ายและซีกขวาที่มีการทำงานที่น่าสนใจ ที่สำคัญคือเป็นวิธีที่ผสมผสานกับกลยุทธ์อื่นได้เป็นอย่างดี

นอกจากนี้รูปแบบในการเรียนรู้แบบ 4 MAT มีฐานความเชื่อเกี่ยวกับโครงสร้างการทำงานของสมองที่ส่งผลต่อพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน ในขณะที่การจัดการเรียนรู้โดยวิธีปกตินั้นเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามรูปแบบการสอนตามคู่มือครูกลุ่มสาระวิชาคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ของกระทรวงศึกษาธิการของหลักสูตรประถมศึกษา พุทธศักราช 2551 ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2553) ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT นักวิชาการได้ศึกษาไว้ อาทิ

ทยากร มั่งทอง (2555) ศึกษาการพัฒนาการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะการแก้ปัญหาและเจตคติของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้

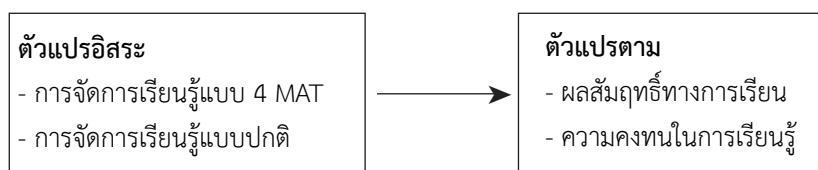
แบบ 4 MAT เรื่องเศษส่วน ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 ของโรงเรียนที่กำหนดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

นงนุศ ดวดกระโทก (2552) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง ทศนิยมและการวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จากการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 60 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

รินดา ปะนะสุนา (2548) ศึกษาผลการสอนตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ (4 MAT) กับวิธีการสอนตามรูปแบบของ สสวท. ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 พบว่า นักเรียนที่เรียนตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ (4 MAT) มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าแบบของ สสวท. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Tuba (2012) ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และศึกษาระดับความสำเร็จของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลปรากฏว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยหนังสือเรียน และนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT มีระดับความสำเร็จทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยหนังสือเรียน

เมื่อประมวลผลการศึกษาจะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT สามารถพัฒนาผู้เรียนในด้านการทำงานของสมองทั้งสองซีกให้สมดุลกัน ทำให้ผู้เรียนที่มีการเรียนรู้ที่แตกต่างกันได้รับการพัฒนาการเรียนรู้ตามรูปแบบที่ตนเองถนัดและต้องการ และเน้นให้เกิดการพัฒนาความคงทนในการเรียนรู้ที่เป็นสิ่งที่บ่งบอกถึงภาพของสมองในการเก็บสิ่งที่ได้รับการเรียนรู้ หากผู้เรียนมีความคงทนในการเรียนรู้ก็จะทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีขึ้นได้ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงมีความสนใจศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาสมองซีกซ้ายและซีกขวาอย่างสมดุลและเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาคุณภาพการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ต่อไป



ภาพ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT หมายถึง การจัดกระบวนการเรียนเพื่อมุ่งพัฒนาสมองซีกซ้ายและซีกขวาโดยคำนึงถึงความแตกต่างของนักเรียน 4 แบบ ให้นักเรียน คือ ผู้เรียนแบบที่ 1 (Why) มีการเรียนรู้จากประสบการณ์ที่เป็นรูปธรรม ผู้เรียนแบบที่ 2 (What) มีการเรียนรู้โดยใช้การคิดวิเคราะห์ และเก็บรายละเอียดเป็นหลัก ผู้เรียนแบบที่ 3 (How) มีการเรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติทดลองทำ และผู้เรียนแบบที่ 4 (If) มีการเรียนรู้จากการค้นพบด้วยตนเอง โดยอาศัยแนวคิดของ McCarthy (1997) ซึ่งมี 8 ขั้นตอน ดังนี้ 1) การบูรณาการประสบการณ์ด้วยตนเอง (Why) ขั้นที่ 1 สร้างประสบการณ์ (สมองซีกขวา) ครูสร้างประสบการณ์ด้วยการกระตุ้นหรือสร้างแรงจูงใจให้ผู้เรียนเชื่อมโยงประสบการณ์เป็นของตนเอง ขั้นที่ 2 วิเคราะห์ประสบการณ์ (สมองซีกซ้าย) ครูให้ผู้เรียนสะท้อนความคิดจากประสบการณ์ และตรวจสอบประสบการณ์ 2) การพัฒนาความคิดรวบยอด (What) ขั้นที่ 3 บูรณาการการสังเกตไปสู่ความคิดรวบยอด (สมองซีกขวา) ครูให้ข้อมูลข้อเท็จจริง และจัดกิจกรรมไปสู่ความคิดรวบยอด ผู้เรียนบูรณาการประสบการณ์และความรู้ไปสู่ความคิดรวบยอด ขั้นที่ 4 พัฒนาความคิดรวบยอด (สมองซีกซ้าย) ครูให้ผู้เรียนได้รับข้อมูลหรือข้อเท็จจริงตามทฤษฎีหรือความคิดรวบยอด ให้ผู้เรียนวิเคราะห์และไตร่ตรองประสบการณ์ 3) การปฏิบัติและปรับแต่งเป็นแนวคิดของตนเอง (How) ขั้นที่ 5 ปฏิบัติและปรับแต่งเป็นแนวคิดของตนเอง (สมองซีกซ้าย) ผู้เรียนลองปฏิบัติโดยผ่านประสาทสัมผัส เพื่อพัฒนาแนวคิดและทักษะ ขั้นที่ 6 ปรับแต่งเป็นแนวคิดของตนเอง (สมองซีกขวา) ผู้เรียนปรับปรุงสิ่งที่ปฏิบัติด้วยวิธีการของตนเอง และบูรณาการเป็นองค์ความรู้ของตนเอง 4) การบูรณาการและการประยุกต์ประสบการณ์ (If) ขั้นที่ 7 วิเคราะห์เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ (สมองซีกซ้าย) ผู้เรียนวิเคราะห์แล้ววางแผนเพื่อประยุกต์หรือดัดแปลงสิ่งที่เรียนรู้ไปใช้ประโยชน์ต่อตนเองและผู้อื่น ขั้นที่ 8 แลกเปลี่ยนความรู้ของตนกับผู้อื่น (สมองซีกขวา) ผู้เรียนแลกเปลี่ยนสิ่งที่ได้เรียนรู้มากับผู้อื่น

2. การจัดการเรียนรู้โดยวิธีปกติ หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนกลุ่มสาระวิชาคณิตศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ทัศนียภาพและการบวก ลบ คูณทศนิยม ตามรูปแบบการสอนและกิจกรรมตามขั้นตอนที่ปรากฏในคู่มือครู กลุ่มสาระวิชาคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ของกระทรวงศึกษาธิการตามหลักสูตรประถมศึกษา พุทธศักราช 2551

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนที่เกิดจากกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่จะทำให้ นักเรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม และสามารถวัดได้โดยการแสดงออกมาทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านพุทธิพิสัย ด้านจิตพิสัย และด้านทักษะพิสัย ในที่นี้เป็นคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ผู้วิจัยเป็นผู้สร้างขึ้น โดยทำการทดสอบก่อนการจัดการเรียนรู้และหลังการจัดการเรียนรู้สิ้นสุด

4. ความคงทนในการเรียนรู้ หมายถึง ความสามารถในการระลึกเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ หลังจากทิ้งช่วงระยะเวลาไปแล้ว 2 สัปดาห์ วัดได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่ ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยทำการทดสอบเมื่อสิ้นสุดการทดลอง โดยใช้เทคนิคแบบคู่ขนาน (Equivalent test)

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ระหว่างหลังเรียนและก่อนเรียน

2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติและการเรียนรู้แบบ 4 MAT

3. เพื่อศึกษาความคงทนในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบปกติและการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT

สมมติฐาน

1. นักเรียนที่เรียนโดยได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

2. นักเรียนที่เรียนโดยได้รับการเรียนรู้แบบ 4 MAT มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยได้รับการเรียนรู้แบบปกติ

3. นักเรียนที่เรียนโดยได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT มีความคงทนในการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

วิธีการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัย เป็นการวิจัยแบบกึ่งทดลอง (Quasi experimental research) ที่มีกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม (บุญชม ศรีสะอาด, 2552)

1. กลุ่มตัวอย่าง

1.1 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 ของโรงเรียนเทศบาล 4 (วัดนพวงศาราม) จำนวน 2 ห้องเรียน จำนวน 60 คน ใช้การสุ่มอย่างง่าย (Simple random sampling) ด้วยวิธีการจับฉลากเลือกห้องเรียน

1.2 นำคะแนนนักเรียนแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละ 30 คน คือ กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยการสุ่มอย่างง่ายด้วยวิธีการจับฉลาก

2. ดำเนินการทดลอง

2.1 ทดสอบก่อนเรียนโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจำนวน 30 ข้อเพื่อดูว่ากลุ่มตัวอย่างผู้เรียนทั้ง 2 กลุ่ม มีความแตกต่างกันหรือไม่

ตาราง 2 การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบปกติและการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT

กลุ่ม	n	\bar{x}	SD	t	p-value
ควบคุม (ปกติ)	30	11.47	2.75	1.09	.28
ทดลอง (4 MAT)	30	12.43			

ตาราง 2 การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบปกติและการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT แสดงให้เห็นว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนการเรียนรู้ของกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 11.47

และของกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.43 จะเห็นได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนการเรียนรู้อิงของ กลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองไม่แตกต่างกัน

2.2 ชี้แจงวัตถุประสงค์ ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ การวัดการประเมินผล โดยดำเนินการทดลองตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT (กลุ่มทดลอง) และแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (กลุ่มควบคุม)

2.3 จัดการเรียนรู้ ทั้งแผนการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT (กลุ่มทดลอง) และแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (กลุ่มควบคุม) จำนวน 18 คาบ ๆ ละ 50 นาที

3. การทดสอบหลังการทดลอง

3.1 ทดสอบหลังเรียนโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจำนวน 30 ข้อ

3.2 เว้นระยะเวลา 2 สัปดาห์หลังจากการทดสอบหลังเรียน จากนั้นจึงทดสอบวัดความคงทนในการเรียนรู้ โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชุดเดิมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยใช้เทคนิคการสลับข้อ (Equivalent test) และเป็นข้อสอบที่มีความเป็นปรนัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย มี 3 ชิ้น ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT วิชาคณิตศาสตร์ สาระการเรียนรู้ทศนิยมและการบวก ลบ คูณทศนิยม จำนวน 8 แผน ใช้ระยะเวลา 18 ชั่วโมง (แต่ละแผนมีขั้นตอนการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับผู้เรียนทั้ง 4 แบบ) พัฒนา โดย ศึกษาและวิเคราะห์จุดมุ่งหมายของหลักสูตร จุดประสงค์รายวิชา และขอบข่ายของเนื้อหาและเวลา วิเคราะห์รายละเอียดของเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหาที่จะนำมาสร้างแผนการจัดการเรียนรู้จากกำหนดการสอนคู่มือและแบบเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จากหลักสูตรและคู่มือหลักสูตรประถมศึกษา พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533)

หลังจากนั้นจึงสร้างผังการคิดวิเคราะห์สาระการเรียนรู้ทศนิยมและการบวก ลบ คูณทศนิยม ศึกษาเอกสาร ตำรา บทความและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้

แบบ 4 MAT เพื่อเขียนแผนการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ซึ่งประกอบด้วย 8 ขั้นตอนตามแนวคิดของ McCarthy (1997) ตามหลัก 6 หลัก คือ (1) การบูรณาการประสบการณ์ด้วยตนเอง (Why) ขั้นที่ 1 สร้างประสบการณ์ (สมองซีกขวา) ครูสร้างประสบการณ์ด้วยการกระตุ้นหรือสร้างแรงจูงใจ ให้ผู้เรียนเชื่อมโยงประสบการณ์เป็นของตนเอง ขั้นที่ 2 วิเคราะห์ประสบการณ์ (สมองซีกซ้าย) ครูให้ผู้เรียนสะท้อนความคิดจากประสบการณ์และตรวจสอบประสบการณ์ (2) การพัฒนาความคิดรวบยอด (What) ขั้นที่ 3 บูรณาการการสังเกตไปสู่ความคิดรวบยอด (สมองซีกขวา) ครูให้ข้อมูลข้อเท็จจริง และจัดกิจกรรมไปสู่ความคิดรวบยอด ผู้เรียนบูรณาการประสบการณ์และความรู้ไปสู่ความคิดรวบยอด ขั้นที่ 4 พัฒนาความคิดรวบยอด (สมองซีกซ้าย) ครูให้ผู้เรียนได้รับข้อมูลหรือข้อเท็จจริงตามทฤษฎีหรือความคิดรวบยอด ให้ผู้เรียนวิเคราะห์และไตร่ตรองประสบการณ์ (3) การปฏิบัติและปรับแต่งเป็นแนวคิดของตนเอง (How) ขั้นที่ 5 ปฏิบัติและปรับแต่งเป็นแนวคิดของตนเอง (สมองซีกซ้าย) ผู้เรียนลองปฏิบัติ โดยผ่านประสาทสัมผัส เพื่อพัฒนาแนวคิดและทักษะ ขั้นที่ 6 ปรับแต่งเป็นแนวคิดของตนเอง (สมองซีกขวา) ผู้เรียนปรับปรุงสิ่งที่ปฏิบัติด้วยวิธีการของตนเอง และบูรณาการเป็นองค์ความรู้ของตนเอง (4) การบูรณาการและการประยุกต์ประสบการณ์ ขั้นที่ 7 วิเคราะห์เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ (สมองซีกซ้าย) ผู้เรียนวิเคราะห์แล้ววางแผนเพื่อประยุกต์หรือดัดแปลงสิ่งที่เรียนรู้ไปใช้ประโยชน์ต่อตนเองและผู้อื่น ขั้นที่ 8 แลกเปลี่ยนความรู้ของตนกับผู้อื่น (สมองซีกขวา) ผู้เรียนแลกเปลี่ยนสิ่งที่ได้เรียนรู้มากับผู้อื่น (5) สื่อการเรียนการสอน (6) การประเมินผล

ขั้นต่อมาคือ การนำแผนการจัดการเรียนรู้ เสนอให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบและพิจารณาความสอดคล้องกับจุดประสงค์ เนื้อหาและวิธีในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน แล้วนำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อพิจารณาความเหมาะสมและระยะเวลาในการจัดการเรียนการสอน แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข ก่อนนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

2. แผนการจัดการเรียนรู้โดยวิธีปกติ วิชาคณิตศาสตร์ สาระการเรียนรู้ทศนิยมและการบวก ลบ คูณทศนิยม จำนวน 8 แผน ระยะเวลา 18 ชั่วโมง พัฒนาขึ้นโดย (1) ศึกษาและวิเคราะห์จุดมุ่งหมายของหลักสูตร จุดประสงค์รายวิชาและขอบข่ายของเนื้อหา และเวลา ศึกษารายละเอียดของเนื้อหา การเรียนรู้ทศนิยมและการบวก ลบ คูณทศนิยม เพื่อสร้างแผนการจัดการเรียนรู้จากกำหนดการสอนคู่มือและแบบเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จากหลักสูตรและคู่มือหลักสูตรประถมศึกษา พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) โดยมีส่วนประกอบ ได้แก่ สาระสำคัญ จุดประสงค์ เนื้อหา กิจกรรมการเรียนการสอน ชี้นำเข้าสู่บทเรียน ชั้นสอน ชั้นสรุป สื่อการเรียนการสอน และวิธีวัดผลและประเมินผล

2) แผนการจัดการเรียนรู้ปรับแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ แล้วนำไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างเพื่อพิจารณาความเหมาะสมและระยะเวลาในการจัดการเรียนการสอน และนำมาปรับปรุงแก้ไขให้มีความเหมาะสมกับนักเรียนมากยิ่งขึ้นก่อนนำไปใช้ในการทดลองสอนเพื่อการศึกษาวิจัย

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .82 และมีค่าอำนาจจำแนกระหว่าง .20-.70 มีขั้นตอนการพัฒนา ดังนี้ 1) ศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตรประถมศึกษา พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) แบบเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ คู่มือครูรายวิชาพื้นฐานคณิตศาสตร์ 2) ศึกษาวิธีการสร้างข้อสอบกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์จากหนังสือและเอกสารที่เกี่ยวข้องกับเทคนิคการออกข้อสอบและวิธีการวัดผลกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 3) สร้างข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ จำนวน 50 ข้อ 4) นำข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและปรับปรุงแก้ไข 5) นำข้อสอบที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่านตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ภาษา และให้ข้อเสนอแนะ 6) นำผลการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา มาหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (IOC) และคัดเลือกข้อสอบที่มีค่า IOC มากกว่าหรือเท่ากับ 0.50 ไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จากนั้นวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (Difficulty index) และอำนาจจำแนก

(Discrimination power) ของข้อสอบรายข้อโดยใช้เทคนิค 50% และคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่าย ตั้งแต่ .20-.80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 เพื่อนำไปทดลองกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจริง ค่าความเชื่อมั่นคูเดอริชาร์ดสัน (KR-20) ทั้งฉบับเท่ากับ .82 และนำแบบทดสอบที่ผ่านการคัดเลือกแล้วสร้างเป็นแบบทดสอบหลังเรียน

การวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติเชิงบรรยาย ได้แก่ ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
2. สถิติเชิงอ้างอิง ได้แก่ การใช้สถิติทดสอบที่แบบกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระจากกัน (Dependent samples t-test) เพื่อตอบวัตถุประสงค์ข้อที่ 1 และสถิติทดสอบที่แบบกลุ่มตัวอย่างเป็นอิสระจากกัน (Independent samples t-test) เพื่อตอบวัตถุประสงค์ข้อที่ 2 และ 3

ผลการวิจัย

ผลการวิจัยสามารถสรุปได้ ดังนี้

(1) ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ระหว่างหลังเรียนและก่อนเรียน แสดงให้เห็นว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 18.13 ซึ่งสูงกว่าก่อนเรียนที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.43 ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ดังตาราง 3

ตาราง 3 ผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ระหว่างหลังเรียนและก่อนเรียน

การทดสอบ	คะแนน	\bar{x}	SD	t	p-value
ก่อนเรียน	30	12.43	3.98	7.35	.00**
หลังเรียน	30	18.13	4.37		

**p<0.01

(2) แสดงผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของ

นักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติและการเรียนรู้แบบ 4 MAT ซึ่งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองค่าเฉลี่ยเท่ากับ 18.13 สูงกว่าของกลุ่มควบคุมที่มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 16.17 ซึ่งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังตาราง 4

ตาราง 4 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติและการเรียนรู้แบบ 4 MAT

กลุ่ม	n	\bar{x}	S.D.	t	p-value
ควบคุม (ปกติ)	30	16.17	4.69	2.10	.02*
ทดลอง (4 MAT)	30	18.13	4.37		

* $p < 0.05$

(3) ผลการเปรียบเทียบความคงทนในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบปกติและการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT แสดงให้เห็นว่า ความคงทนในการเรียนรู้ของกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 19.33 ซึ่งสูงกว่าของกลุ่มควบคุมที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 15.50 และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังแสดงในตาราง 5

ตาราง 5 ผลการเปรียบเทียบความคงทนในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบปกติและการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT

กลุ่ม	n	\bar{x}	SD	t	p-value
ควบคุม	30	15.50	4.8	3.38	.002*
ทดลอง	30	19.33	3.91		

* $p < 0.05$

อภิปรายผล

ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ระหว่างหลังเรียนและก่อนเรียนของนักเรียนที่ได้เรียนโดยได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ที่พบว่านักเรียนที่เรียนโดยได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้อง

กับสมมติฐานที่ตั้งไว้ แสดงให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงขึ้น ทั้งนี้อาจเพราะจากการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT เป็นการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาสมองทั้ง 2 ซีกไปพร้อมกันอย่างสมดุล

ในที่นี้ผู้วิจัยได้จัดการสอนที่มีลำดับขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ 8 ขั้นตอน ในกระบวนการสอนเน้นให้ผู้เรียนมีความพร้อมในการเรียนรู้ มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ในการแก้ปัญหา นอกจากนี้การจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ยังเป็นวิธีที่มีการจัดลำดับขั้นและกระบวนการในการจัดการเรียนรู้อย่างเป็นระบบ ทำให้ผู้เรียนมีความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มสูงขึ้น อีกทั้งเป็นการจัดการเรียนรู้ที่คำนึงถึงผู้เรียนที่มีความแตกต่างกันในการเรียนรู้ 4 แบบ คือ ผู้เรียนแบบที่ 1 (Why) มีการเรียนรู้จากประสบการณ์ที่เป็นรูปธรรม ผู้เรียนแบบที่ 2 (What) มีการเรียนรู้โดยใช้การคิดวิเคราะห์และเก็บรายละเอียดเป็นหลัก ผู้เรียนแบบที่ 3 (How) มีการเรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติทดลองและผู้เรียนแบบที่ 4 (If) มีการเรียนรู้จากการค้นพบด้วยตนเอง ซึ่งแต่ละคนสามารถเรียนได้ตามความถนัดและความสามารถของตนเองจึงทำให้ผู้เรียนที่มีความชอบหรือความถนัดที่แตกต่างกัน ได้พัฒนาความรู้ความสามารถไปพร้อม ๆ กัน การที่ผลวิจัยเป็นเช่นนี้ อาจเป็นเพราะนักเรียนได้มีการใช้สมองทั้ง 2 ซีกอย่างสมดุล และแต่ละคนยังมีรูปแบบการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน เมื่อนักเรียนได้เข้าร่วมการจัดกิจกรรมกันเป็นกลุ่มจึงทำให้นักเรียนแต่ละคนได้แสดงศักยภาพของตนเองออกมาและสามารถแลกเปลี่ยนลักษณะการเรียนรู้จากสมาชิกบุคคลคนอื่น ๆ ในกลุ่มไปพร้อม ๆ กัน ประเด็นข้างต้นสอดคล้องกับ ปริญญา สองสีดา (2551) และ สิริวรรณ ตระสุสานนท์ (2542) ที่ใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT พบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นเช่นเดียวกัน ด้วยเหตุที่การจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT เป็นการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนแต่ละคนมีรูปแบบการเรียนรู้เป็นแบบฉบับของตนเอง ขณะเดียวกันก็ได้เรียนรู้รูปแบบการเรียนรู้จากผู้อื่นด้วย ทำให้เกิดการแข่งขันกันภายในกลุ่มตลอดจนเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทำงานรวมกันเป็นกลุ่ม สมาชิกในกลุ่มสามารถช่วยเหลือซึ่งกันและกันทั้งในลักษณะ pair share และ group share ทุกคนจึงได้ร่วมกันคิดร่วมกันอภิปรายและแสดงความคิดเห็นอย่างเต็มที่เพื่อผลงานที่ดีที่สุดของกลุ่ม เมื่อผลงานสำเร็จลงด้วยดีจะทำให้สมาชิกในกลุ่มนั้น ๆ มีความภาคภูมิใจและมีกำลังใจในการจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไป ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงสามารถสรุปผลการวิจัยในครั้งนี้ได้ว่าการสนับสนุนว่า

นักเรียนที่เรียนโดยได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยได้รับการเรียนรู้แบบปกติและการเรียนรู้แบบ 4 MAT พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยได้รับการเรียนรู้แบบปกติและการเรียนรู้แบบ 4 MAT มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาคณิตศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ ที่เป็นเช่นนั้นเนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT เป็นรูปแบบการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ คือให้ผู้เรียนทั้ง 4 รูปแบบได้คิดค้นความรู้และลงมือปฏิบัติหรือกระทำจริงทุกขั้นตอนตามลำดับความสัมพันธ์ของสมองสองซีก จนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองรวมเป็น 8 เทคนิค อันเป็นการสอนที่ตอบสนองความต้องการหรือความถนัดของผู้เรียนในแต่ละลักษณะการเรียนรู้ อีกทั้งรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT เป็นการสอนที่มีลำดับขั้นตอนอย่างต่อเนื่องชัดเจนเป็นวิธีสอนที่เน้นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาสมองของผู้เรียนและกระตุ้นการทำงานของสมองของผู้เรียนให้ได้ใช้ทั้งซีกซ้ายและซีกขวาอย่างสมดุล ทำให้ผู้เรียนเกิดความพร้อมในการเรียนรู้ มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์แก้ปัญหา และเป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่เป็นระบบ ทำให้ผู้เรียนเข้าใจความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ นักเรียนได้มีโอกาสฝึกคิด วิเคราะห์ มีการบูรณาการประสบการณ์เดิม มีการสร้างความคิดรวบยอด ซึ่งการสร้างความคิดรวบยอดด้วยตนเองนั้นถือว่าเป็นหลักสำคัญของการเรียนรู้แบบ 4 MAT โดยเริ่มให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมตามความสนใจและได้แลกเปลี่ยนความรู้กับผู้อื่น

ประเด็นข้างต้นสอดคล้องกับ ทิวาพร เศรษฐโสภณ (2550) และ สุพิดา แยมน์มินวอล (2550) ที่พบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบ 4 MAT มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อนึ่ง ในการศึกษาครั้งนี้ที่พบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อาจเนื่องมาจากนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ได้มีการพัฒนาสมองทั้ง 2 ซีกอย่างสมดุล ประกอบกับผู้วิจัยได้จัดลำดับขั้นตอนในการสอนอย่างมีระบบจึงทำให้นักเรียนสามารถนำประสบการณ์

เดิมที่มีอยู่มาประยุกต์ใช้และการมีความคิดรวบยอดทำให้นักเรียนซึ่งมีลักษณะการเรียนรู้ที่แตกต่างกันได้พัฒนาศักยภาพในตนเองได้อย่างเท่าเทียมกัน

ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูล ความคงทนในการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยได้รับการเรียนรู้แบบปกติและการเรียนรู้แบบ 4 MAT พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติและการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT มีความคงทนในการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT เป็นการจัดการเรียนรู้ที่คำนึงถึงความแตกต่างของผู้เรียนแต่ละรูปแบบ ทั้ง 4 รูปแบบ และยังมีจัดการเรียนรู้อย่างมีระบบและเป็นลำดับขั้นจึงเอื้อให้ผู้เรียนทุก ๆ รูปแบบสามารถเรียนรู้ไปพร้อม ๆ กัน และทำให้สมองทั้ง 2 ซีก (ซีกซ้ายและซีกขวา) ได้ทำงานอย่างสมดุลกัน สามารถเชื่อมโยงให้เห็นความสัมพันธ์ของแต่ละเนื้อหาโดยการจัดลำดับเนื้อหาจากง่ายไปยากและในขณะเดียวกันนักเรียนได้ทำแบบฝึก ได้ลงมือปฏิบัติจริงจนผู้เรียนเกิดความชำนาญ เกิดทักษะในการคิดแก้ปัญหา ทำให้เกิดความเข้าใจและสรุปความคิดรวบยอดได้ สอดคล้องกับทฤษฎีการถ่ายโยงการเรียนรู้ของ Thorndike (1966) ที่กล่าวว่า การสอนที่เน้นความสำคัญของผลการเรียนรู้ที่มีลักษณะเป็นความคิดรวบยอดและการให้โอกาสนักเรียนได้ฝึกทักษะต่าง ๆ (Law of practice) ย่อมช่วยให้เกิดการถ่ายโยงการเรียนรู้ได้เป็นอย่างดี เพราะการที่นักเรียนเกิดความเข้าใจในหลักสำคัญนั้นจะทำให้สามารถนำไปแก้ปัญหาได้ในโอกาสต่อไป ซึ่งทำให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จในการฝึกทำแบบฝึกหัดและแบบทดสอบต่าง ๆ เหตุผลนี้จึงทำให้นักเรียนเกิดความประทับใจและมีตรึกตรองสิ่งที่ได้เรียนรู้มากยิ่งขึ้น ทั้งนี้ทั้งนี้การจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ที่เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เริ่มจากการสร้างแรงจูงใจในการเรียน ซึ่งแรงจูงใจนั้นเป็นตัวแปรสำคัญที่มีอิทธิพลต่อการแสดงพฤติกรรมของบุคคล เพื่อตอบสนองความต้องการหรือเป้าหมายให้บรรลุตามเป้าหมาย และเมื่อบุคคลมีแรงจูงใจแล้วก็จะมีความพยายาม อดทน มีทิศทางในการดำเนินกิจกรรมที่ตั้งใจไว้แม้จะมีอุปสรรคใด ๆ เกิดขึ้นก็ตาม และหากผู้สอนได้ชี้ให้เห็นความสำคัญในการเรียนตลอดจนวัตถุประสงค์ในการเรียนก็จะทำให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเรียน มีความตั้งใจ ใส่ใจในการรับรู้สิ่งเร้า ในการเชื่อมโยงสิ่งต่าง ๆ จนสามารถตีความหมายสิ่งเร้า เข้าใจและสามารถสรุปความคิดรวบยอดด้วยตนเอง แล้วทบทวนความรู้ฝึกฝนทักษะต่าง ๆ ซึ่งเป็นการเก็บสะสมการเรียนรู้และนำไปเก็บไว้ในความจำระยะยาว สามารถระลึกได้

ภายหลัง เพื่อนำความรู้ที่มีอยู่ไปใช้ได้ สถานการณ์อื่น ๆ

อริยา คูหา (2560) เน้นว่า การสอนที่ให้ผู้เรียนได้รับทั้งความรู้และสนุกสนานควบคู่กันไป สามารถเชื่อมโยงทฤษฎีสู่ภาคปฏิบัติ โดยจัดการสอนให้คล้ายคลึงกับสถานการณ์ในชีวิตจริง สร้างบรรยากาศให้มีความอบอุ่น ให้ความสำคัญแก่ผู้เรียนอย่างเท่าเทียมกัน จูงใจผู้เรียน อีกทั้งให้ผู้เรียนได้รับทราบความก้าวหน้าในการเรียนของตนเอง ได้ชี้แนะตนเองเป็นวิธีสอน ทางบวกที่ส่งผลต่อการเรียนรู้ ซึ่งสอดคล้องกับกระบวนการเรียนรู้และการจำของ Gagne (1974) และจากลำดับขั้นการเรียนรู้ทั้ง 8 ขั้นตอน เน้นให้ผู้เรียนได้สร้างการเรียนรู้ ด้วยตนเอง โดยการเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เก่า โดยการอธิบายให้เหตุผลเปรียบเทียบ ทำให้เกิดการปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางสติปัญญาที่ซับซ้อน ทำให้เกิดโครงสร้างทางปัญญา ที่อยู่ในความจำระยะยาว (Long term memory) เป็นการเรียนรู้ที่มีความหมาย (Meaningful learning) ผู้เรียนสามารถจำได้ถาวร

ประเด็นข้างต้นสอดคล้องกับแนวคิดของ Kaplan (1998) ที่ได้อธิบายไว้ว่า การเรียนการสอนแบบ 4 MAT ออกแบบให้สะดวกต่อการเรียนรู้ของทุกวัยและตอบสนอง ต่อความแตกต่างระหว่างบุคคลในการเรียนรู้ที่จะส่งผลช่วยทำให้นักเรียนมีแรงจูงใจใน การทำความเข้าใจในเนื้อหาการเรียน สามารถเก็บรักษาข้อมูลและสิ่งที่ได้เรียนรู้ให้คงอยู่ได้ ยาวนานยิ่งขึ้นและสามารถนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้และเมื่อผู้เรียนสามารถเก็บ สะสมความรู้เหล่านั้นไว้ในความจำระยะยาวแล้วก็จะทำให้นักเรียนสามารถเรียกข้อมูล เหล่านั้นออกมาใช้ได้แม้จะทิ้งระยะเวลาผ่านไปยาวนานทำให้เกิดเป็นความคงทนในการเรียนรู้ เหตุผลดังกล่าวแสดงให้เห็นได้ว่า นักเรียนที่เรียนโดยได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT มีความคงทนในการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยได้รับการจัด การเรียนรู้แบบปกติ เมื่อทิ้งระยะเวลาไว้ 2 สัปดาห์ และจะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT สามารถพัฒนาให้ผู้เรียนมีความคงทนในการเรียนรู้สูงขึ้น

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะสำหรับการนำไปใช้

1.1 ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่า นักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้แบบ 4 MAT มีผลสัมฤทธิ์

ทางการเรียนในวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้แบบปกติ ดังนั้นการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT อาจเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจเพื่อพัฒนาผู้เรียนในระดับชั้นอื่น ๆ

1.2 การวิจัยครั้งนี้ชี้ให้เห็นว่านักเรียนที่เรียนโดยได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติและการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT มีความคงทนในการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์แตกต่างกัน ดังนั้นการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT สามารถนำไปใช้เพื่อให้ผู้เรียนมีความคิดที่เป็นระบบและทำให้เกิดความคิดรวบยอดด้วยตนเอง นำไปสู่การเกิดความคงทนในการเรียนรู้เพิ่มขึ้น

1.3 ผู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการศึกษา ควรส่งเสริมและให้ความสำคัญกับการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT เพื่อให้ผู้เรียนที่มีลักษณะแตกต่างกัน ได้เรียนรู้อย่างเท่าเทียมและสมองทั้งสองซีกได้ทำงานร่วมกันอย่างสมดุลเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดแก่ผู้เรียนและผู้ที่เกี่ยวข้อง

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ไปปรับใช้ ขยายผล กับนักเรียนในระดับชั้นต่าง ๆ หรือวิชาอื่น ๆ เพื่อให้ได้ผลการวิจัยที่มีประโยชน์และน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น

2.2 อาจจะศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ที่ส่งผลต่อตัวแปรตามอื่น ๆ อาทิ เจตคติในการเรียน แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ความคิดสร้างสรรค์ ทักษะการคิด

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

ทยากร มุ่งทอง. (2555). ผลการพัฒนาการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะการแก้ปัญหาและเจตคติของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่). สืบค้นจาก <http://newtdc.thailis.or.th/docview.aspx?tdcid=5792>

ทิวาพร เศรษฐโสภณ. (2550). ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างการสอนแบบ 4 MAT และการสอนแบบ

- ปกติ (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยสารคาม). สืบค้นจาก <http://newtdc.thailis.or.th/docview.aspx?tdcid=381315>
- นงนุศ ดวดกระโทก. (2552). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องทศนิยมและการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จากการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา). สืบค้นจาก <http://newtdc.thailis.or.th/docview.aspx?tdcid=2648>
- บุญชม ศรีสะอาด. (2552). การวิจัยเกี่ยวกับการบริหารการศึกษา. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. (2553). ลีลาการสอนของครูและพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน. กรุงเทพฯ: ภาควิชาประถมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ปริญญา สองสีดา. (2551). ผลของการจัดการเรียนการสอนแบบ 4 MAT เรื่อง ทศนิยมและเศษส่วนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ). สืบค้นจาก http://thesis.swu.ac.th/swuthesis/Sec_Ed/Parinya_S.pdf
- รินดา ปะนะสุภา. (2548). ผลการสอนตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ (4 MAT) กับวิธีการสอนตามรูปแบบของ สสวท. ที่มีผลต่อสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความคงทนในการเรียนรู้ของชั้นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม). สืบค้นจาก <http://newtdc.thailis.or.th/docview.aspx?tdcid=376299>
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). หลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑. สืบค้นจาก http://www.curriculum51.net/viewpage.php?t_id=64
- สุพิดา แยมณีมนวล. (2550). ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนแบบ 4 MAT (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี).
- สิริวรรณ ตะรุสานนท์. (2542). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิด

แก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนวิชาสังคมศึกษา โดยการจัดกิจกรรมการสอนแบบ 4 MAT กับจัดกิจกรรมการสอนแบบวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร). สืบค้นจาก <http://www.thaithesis.org/detail.php?id=52454>

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. (2551). *การวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการ.

อริยา คูหา. (2560). *จิตวิทยาเพื่อการดำรงชีวิต*. สงขลา: นีโอพ้อยท์ (1995).

ภาษาอังกฤษ

Gagne, R. M. (1974). *Essentials of learning for instruction*. New York: The Diyder Press Hinsdals.

Kaplan, N. M. (1998). Hypertension in the population all large, treatment of hypertension non drug therapy. In N. M. Kaplan (Ed.), *Clinical hypertension* (7th ed.). Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.

McCarthy, B. (1997). A tale of four learner: 4 MAT's learner styles. *Educational Leadership*, 54(6), 46-51.

Thorndike, E. L. (1966). *Human learning*. Cambridge: M.I.T. Press.

Tuba, F. (2012). The effect of the 4MAT model on student's algebra achievement and level of reaching. *Int. J. Contemp. Math. Sciences*, 7(45), 2197-2205.